

# Analisa Rugi Tegangan Makrobending Serat Optik *Multimode* FTP 320-10 terhadap Pengaruh Pembebanan dengan Menggunakan Variasi Diameter Lilitan

Akbar Sujiwa, Endarko

Jurusan Fisika, Fakultas IPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: endarko@physics.its.ac.id

**Abstrak**—Analisa rugi tegangan makrobending serat optik multimode FTP 320-10 terhadap pengaruh pembebanan menggunakan variasi jumlah dan diameter lilitan telah berhasil dilakukan. Penelitian ini menggunakan sumber cahaya LED dan photodiode untuk menganalisa rugi tegangan yang dihasilkan. Proses analisa dilakukan dengan membuat lilitan dari serat optik dengan variasi diameter 3, 4, dan 5 cm dengan jumlah lilitan tetap sebanyak 3 lilitan. Metode percobaan dilakukan dengan memberikan beban tiap 100 g sampai mencapai beban maksimum sebesar 2000 g. Hasil analisa menunjukkan bahwa pembebanan maksimum 1500 g dapat tercapai ketika sistem dengan jumlah lilitan 3 serta diameter 3 dan 4 cm. Sementara itu untuk rugi tegangan maksimum 204 mV terjadi pada sistem dengan jumlah lilitan 3 dan diameter 3 cm. Sedangkan uji histeris untuk melihat rugi tegangan pada analisa pembebanan naik dan turun menghasilkan nilai sebesar 48 mV juga terjadi pada serat optik dengan jumlah lilitan 3 dan diameter 3 cm.

**Kata Kunci** - makrobending, multimode, pembebanan, serat optik.

## I. PENDAHULUAN

Cahaya yang merambat didalam kabel serat optik dapat keluar dari serat ketika kabel tersebut berbelok/melengkung dengan jari-jari lengkungan cukup kecil (misalnya lebih kecil daripada sepuluh kali diameter kabel), keadaan demikian dinamakan makrobending[1]. Jika lekukan sangat tinggi maka lebih banyak pula cahaya yang keluar [2]. Akibatnya, daya optis yang keluar dari ujung serat, yang diterima oleh detector cahaya, akan berkurang akibat adanya kerugian (loss) ini yang dikenal sebagai *macro bending loss*[1].

Guna keperluan yang berbeda-beda, serat optik dibuat dalam dua jenis utama yang berbeda, yaitu single-mode fibers dan multi-mode fibers. Multi-mode fibers mempunyai ukuran inti yang lebih besar (berdiameter sekitar  $6,35 \times 10^{-5}$  meter atau 63,5 mikron) dan mentransmisikan cahaya inframerah (panjang gelombang 850-1300 nm) dari lampu *light-emitting diodes* (LED). Serat ini digunakan untuk mentransmisikan banyak sinyal dalam setiap serat dan sering digunakan pada jaringan komputer dan Local Area Networks (LAN). Ada beberapa serat optik yang dapat dibuat dari plastik. Serat ini mempunyai inti yang relatif besar (berdiameter 1 mm) dan mentransmisikan cahaya tampak warna merah (panjang gelombang 650 nm) dari LED[3].

Banyak perangkat tersedia untuk mengubah sinyal elektronik kebentuk gelombang cahaya pada sistem

telekomunikasi serat optik. Namun sampai saat ini hanya ada dua perangkat yang benar-benar cocok untuk serat optik yaitu Light Emitting Diode (LED) dan Injection Laser Diode (ILD). Keduanya baik LED atau ILD dapat digunakan sebagai pengirim sinyal kontinu dengan variasi intensitas keluaran (modulasi analog) atau mengubah keadaan dari hidup (on) ke mati (off) (modulasi digital). Karena keduanya tidak menghasilkan keluaran linear sempurna, maka kurang cocok jika digunakan langsung pada modulasi analog karena dapat menghasilkan penyimpangan yang tidak diinginkan. Lebih lanjut kebanyakan LED dan ILD digunakan untuk komunikasi digital dimana perangkat diubah ke-on dan off dengan mengalirkan arus kemudian tidak dialiri arus[4].

Detektor atau receiver yang sering digunakan dalam sistem fiber optik berupa photodiode karena, umumnya semikonduktor merespon panjang gelombang yang lebih lebar dan memiliki pita energi yang rendah. Dalam penggunaannya photodiode hanya menggunakan tegangan rendah agar bisa bekerja. Rangkaian dasar photodiode (Gambar 2) dihubungkan seri dengan sebuah cahaya jatuh pada pertemuan PN photodiode tidak terdapat cahaya yang jatuh padanya. Arus yang mengalir pada kondisi gelap disebut dark current[5].

## II. METODE

Dalam analisa rugi tegangan ini diawali dengan rancangan umum sistem kemudian dilanjutkan dengan langkah-langkah dalam proses pengambilan data dalam analisa karakteristik makrobending.

### A. Rancangan Umum Sistem

Sistem alat yang dipakai seperti pada Gambar 1 memanfaatkan dua buah pegas sebagai sistem elastisitasnya, selain untuk menambah daya tampung beban penggunaan dua buah pegas dapat menstabilkan pergerakan naik-turun penopang atas. Wadah beban yang berada di atas mampu menampung beban seberat 2000 g, sesuai dengan batas maksimum serat optik mampu menahan beban. Penopang atas digunakan untuk menekan serat optik, secara naik dan turun, dimana terdapat pengunci untuk menjaga posisi serat optik agar tidak berubah. Serat optik sendiri dibuat melingkar agar mendapatkan keadaan makrobending losses yang diinginkan. Penopang bawah berfungsi menahan dan mengunci bending bagian bawah, berbeda dengan penopang atas penopang



Gambar 1 Sistem alat yang digunakan untuk analisa macrobending

bawah tidak dapat bergerak atau statis.

Digunakan beban seperti Gambar 2 yang terdiri atas 20 buah beban dengan masing-masing berat beban sebesar 100 g, sehingga total berat keseluruhan untuk analisa macrobending sebesar 2000 g (2 kg).

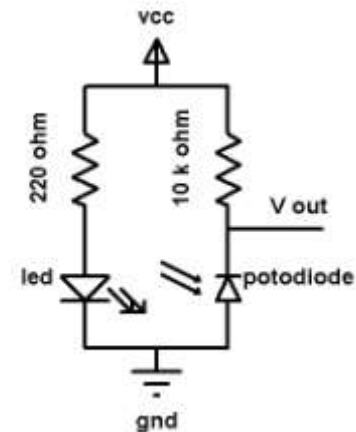
Untuk mendeteksi losses yang terjadi pada serat optik dibangun perangkat sensor yang terdiri atas rangkaian sensor sederhana yaitu potodiode dan led seperti Gambar 3. Led yang digunakan membutuhkan arus listrik sebesar 200 mA dengan tegangan masukan sebesar 5 Volt ini berfungsi sebagai transmitter cahaya yang akan dipandu dalam serat optik. Sedangkan perangkat receiver cahaya berupa potodiode seperti Gambar 4, tegangan masukan yang dibutuhkan juga sama sebesar 5 Volt dengan sumber catu daya yang sama.

Led dan potodiode tidak bisa berdiri sendiri, perlu rangkaian elektronik tambahan agar bisa menjadi perangkat transmitter dan receiver, rangkaian yang dibutuhkan adalah rangkaian pembagi tegangan sederhana seperti pada Gambar 5 rangkaian ini diberi daya sebesar 5 volt untuk menghidupkan led dan potodiode. Keluaran sensor dari  $V_{out}$  nantinya diukur menggunakan multimeter digital, nilai dari multimeter inilah yang menunjukkan besar losses yang terjadi pada serat optik multimode tipe [FTP 320-10](#).

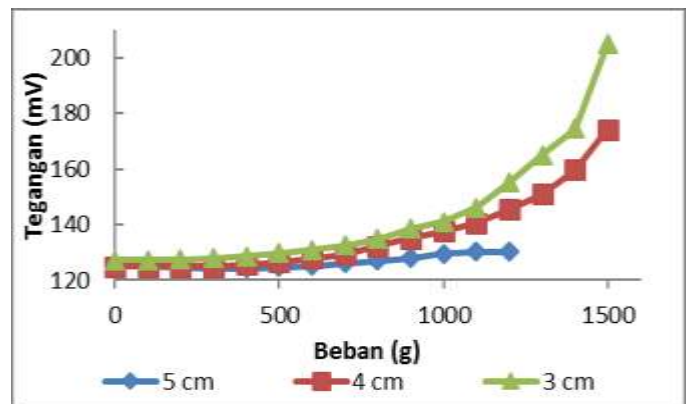
### B. Prosedur Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan dengan mempersiapkan alat seperti pada Gambar 1, beban yang diberikan kepada sistem akan diberikan secara terus menerus, hingga batas maksimal sistem mampu menahan beban, kemudian diambil juga data saat beban dikurangi secara bertahap.

Berikut langkah-langkah yang diambil, pertama menentukan lilitan serat optik dengan 3 lilitan sedangkan untuk variasi diameter yang digunakan sebesar 5, 4, dan 3 cm. Kemudian dimulai proses pengambilan data dengan mencatat tegangan pada voltmeter sebagai nilai awal saat sistem tidak diberi beban. Selanjutnya mulai memberikan beban secara bertahap (beban naik) dari 100, 200, 300 g, dan



Gambar 2 Rangkaian elektronik sensor



Gambar 3 Grafik makrobending jumlah lilitan 3 dengan variasi diameter pembebanan naik

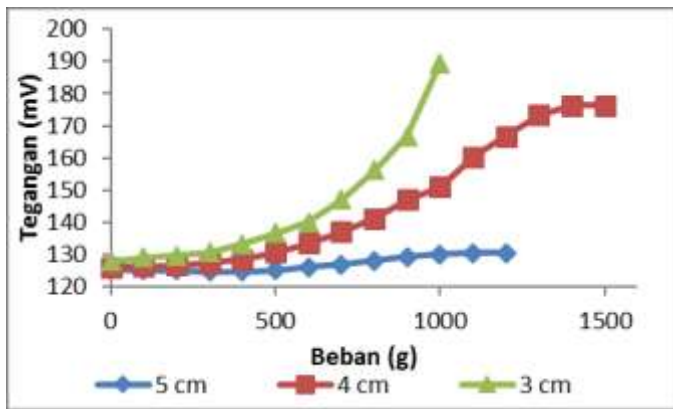
seterusnya sambil dicatat besar tegangan yang ditunjukkan voltmeter. Saat proses penambahan diperhatikan keadaan serat optik apakah sudah dalam keadaan lengkungan maksimal, dan juga posisi wadah beban apakah sudah menyentuh rangka alat analisa, ini digunakan sebagai acuan pembebanan maksimal untuk menghindari kerusakan pada serat optik.

Setelah didapat nilai maksimal pembebanan, kemudian dilanjutkan dengan menganalisa saat pembebanan turun, analisa ini dilakukan dengan mengambil secara bertahap beban dari 100, 200, 300 g, dan seterusnya sambil dicatat nilai tegangan yang terbaca di voltmeter. Langkah ini dilakukan hingga tidak ada beban yang tersisa di wadah beban.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3 untuk pembebanan naik dan Gambar 4 untuk pembebanan turun. Tiap grafik menunjukkan jumlah lilitan tetap 3 lilitan dengan variasi diameter lilitan 5 cm untuk kurva warna biru, diameter 4 cm untuk kurva warna merah, dan diameter 3 cm untuk kurva warna hijau.

Rugi daya atau losses serat optik dalam grafik direpresentasikan pada sumbu y berupa besar tegangan. Hal ini sesuai dengan rangkaian elektronik sensor yang dipakai, dimana semakin kecil cahaya yang diterima oleh potodiode,



Gambar 4 Grafik makrobending jumlah lilitan 3 dengan variasi diameter pembebanan turun

dengan kata lain losses semakin besar, maka semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian sensor.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kurva diameter 3 cm memiliki kecenderungan grafik yang lebih besar dibanding diameter 4 dan 5 cm. Hal ini dikarenakan dengan semakin kecil diameter semakin besar pula rugi daya yang terjadi, akibat semakin kecilnya lekukan maka sudut pantul pandu gelombang dalam serat optik semakin kecil, menyebabkan semakin banyak cahaya yang terbiaskan keluar inti serat optik.

Pembebanan maksimal terjadi pada diameter 3 dan 4 cm sebesar 1500 g sedangkan diameter 5 cm hanya sampai 1300 g. Perbedaan ini diakibatkan sifat elastis dari serat optik pada 5 cm lebih besar sehingga ketika diberi beban 1300 g lengkungan serat optik sudah mencapai batas maksimal. Berbeda dengan dua variasi diameter yang lain, keduanya cenderung bersifat lebih keras atau sulit untuk ditekek sehingga lebih besar daya tampung bebannya.

Pada diameter 5 cm grafik pembebanannya cenderung datar, ini disebabkan dengan diameter 5 cm besar losses yang terjadi hanya sedikit, berbeda dengan diameter 4 dan 3 cm meskipun pada awal pembebanan, losses yang terjadi hampir sama namun pada beban 1100 g mulai terjadi kenaikan rugi tegangan yang tinggi dimana besar rugi tegangan dari diameter 3 cm semakin lebih besar dibanding diameter 4 cm dan terus naik dengan losses tertinggi sebesar 204 mV.

Nilai maksimal pembebanan dibatasi dari kenaikan rugi tegangan yang sudah mencapai konstan ataupun dilihat dari bentuk lilitan serat optik yang sudah dinilai terlalu ekstrim menekuk sehingga dikhawatirkan akan terjadi patah pada bagian intinya.

Terlihat perbedaan antar kurva pembebanan naik dan pembebanan turun, dimana bentuk kurva pembebanan turunn pada Gambar 4 cenderung tertinggal akibat sifat elastisitas histeresis serat optik, sehingga terjadi selisih (*gap*) histeresis. *Gap* tertinggi pada diameter 5 cm sebesar 1,4 mV pada beban 900 g, sedangkan pada diameter 4 cm sebesar 22,26 mV pada beban 1300 g, untuk diameter 3 cm sebesar 48,53 mV pada beban 1000 g.

Data pada grafik 3 cm menunjukkan keanehan, dimana pada beban 900 g ke atas menunjukkan eror, hal ini disebabkan dengan semakin banyaknya lilitan dan semakin mengecilnya diameter perlu waktu bagi beban dalam menekuk serat optik, maka data yang diambil saat pengambilan beban selalu bergerak naik hingga pada batas beban 1000 g mulai stabil.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan bahwadengan sistem jumlah 3 lilitan nilai maksimal pembebanan 1500 g didapat pada sistem dengan diameter 3 dan 4 cm, rugi tegangan terbesar 204 mV terjadi pada diameter 3 cm, selisih histeresis terbesar antara grafik beban naik dan turun terjadi pada diameter 3 cm sebesar 48 mV.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Endarko selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan, saran serta diskusi. Sehingga paper penelitian ini dapat terselesaikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Waluyo, Tomi B., Bayuwati D., Widiyatmoko B., "Karakterisasi Rugi Lengkungan Serat Optik Dengan Optical Time Domainreflectometer Untuk Penggunaannya Sebagai Sensor Pergeseran Tanah", Paper ISSN No. 0854-3046 (2009).
- [2] Jay, John A. "An Overview of Macrobending and Microbending of Optical Fiber". Paper WP1212 (2010).
- [3] Nugraha, A.R., 2006. "SeratOptik". Andi, Yogyakarta.
- [4] Hoss, R.J., Lacy, E.A., 1993. "Fiber Optics", Second. ed. Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Killen, H.B., 1991. "Fiber Optic Communications". Prentice Hall, New Jersey.